



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

DE 030261
PCT/IB 04/51250

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

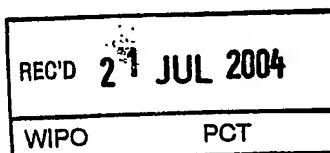
The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102333.6

THIS PAGE BLANK (USPTO)



PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:

Application no.: 03102333.6

Demande no:

Anmeldetag:

Date of filing: 29.07.03

Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:

(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.

If no title is shown please refer to the description.

Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer
angeordneten optischen Einrichtung

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)

Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G03F7/20

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung, die zumindest teilweise aufgrund von durch eine insbesondere extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen erzeugende Strahlungsquelle eingebrachten Atome und/oder Ionen aus Halbmetail und/oder Metall verschmutzt wird.

10 Die Erfindung bezieht sich auch auf eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 16.

15 Die von den Strahlungsquellen erzeugten extrem-ultravioletten und/oder weichen Röntgenstrahlen werden von einer reflektierenden Oberfläche einer optischen Einrichtung auf ein zu bearbeitendes Werkstück geleitet. Solche Verfahren sollen zukünftig zum Bestrahlen von Wafern in einem lithographischen Prozess eingesetzt werden. Die optische Einrichtung, die beispielsweise ein Monochromator, ein Kollektorspiegel oder ein Multi-Layer-Spiegel sein kann, reagiert dabei bezüglich des Reflektionsvermögens empfindlich auf Verschmutzungen jedweder Art.

20 Die Verschmutzung, auch Debris genannt, stammt dabei hauptsächlich aus den heute üblicherweise verwandten Strahlungsquellen. So wird beispielsweise ein Plasma durch elektrische Entladung erzeugt, in das ein Arbeitsgas eingebracht wurde. Das Arbeitsgas umfasst vorzugsweise einen Materialdampf mit zumindest einem Element, das Strahlung im Bereich von etwa 13,5 nm emittiert. Alternativ können die Strahlen durch ein
25 sogenanntes laserinduziertes Pulsplasma-Verfahren erzeugt werden, bei dem Material in Form von Targets verwandt wird. Neben dem Edelgas Xenon werden heute vermehrt Metalle wie beispielsweise Lithium, Zinn und Antimon und/oder Halbmetalle wie beispielsweise Tellur, Germanium und Gallium verwandt.

30 Die letztgenannten Materialien können von der Strahlungsquelle kommend sich auf die innerhalb der Vakuumkammer befindlichen optischen Einrichtungen ablagern. Eine räumliche Trennung der Strahlungsquelle und der optischen Einrichtung ist nicht mög-

lich, da nahezu jegliches Material, also auch entsprechende Fenster oder Linsen, die Strahlen absorbieren.

- Die Oberfläche einer optischen Einrichtung ist extrem glatt - sprich sie weist eine sehr geringe Rauigkeit auf - und besteht z.B. aus einer Metalloberfläche, die beispielsweise Molybdän, Ruthenium und/oder Silizium enthält. Solche insbesondere EUV-Strahlen reflektierenden Oberflächen zeigen eine deutliche Absenkung des Reflektionsvermögens, wenn das beispielsweise aus der Strahlungsquelle kommende Material sich darauf niederschlägt. So ergibt sich beispielsweise eine ca. 10%-ige Reduktion des Reflektionsvermögens durch eine monoatomare Ablagerung aus Zinnatomen auf einer Rutheniumoberfläche.

- Verschiedene Verfahren und Vorrichtungen zur Reduzierung der Ablagerung, die von der Strahlungsquelle kommen, sind bekannt. So reduzieren beispielsweise sogenannte Foil-Traps und elektrostatische Systeme die Ablagerungen pro Zeiteinheit um etwa den Faktor 1000. Dies führt zu einer Standzeit der optischen Einrichtung in der Größenordnung von etwa einigen Minuten bis zu etwa einigen Stunden. Diese Standzeiten sind insbesondere für die beabsichtigte Massenproduktion von Wafern inakzeptabel.

- Der Erfindung liegt demzufolge die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen anzugeben, die mit technisch einfachen Mitteln die Lebensdauer der optischen Einrichtung erhöhen.

- Diese Aufgabe wird für ein Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine auf der Oberfläche herrschende Temperatur und/oder ein Druck in der Vakuumkammer derart eingestellt werden, dass die auf der Oberfläche auftreffenden Atome und/oder Ionen sich darauf bewegen können.

- Durch Bewegung der Atome und und/oder Ionen wandern diese beispielsweise in Bereiche auf der Oberfläche der optischen Einrichtung, die außerhalb eines für eine Projektion verwandten Raumwinkels liegen. Da durch den Einsatz von beispielsweise Foil-Traps bereits ein Großteil der Atome und/oder Ionen zurückgehalten werden, wandern die insbesondere auf einer zur Reflektion vorgesehenen Nutzfläche auf der Oberfläche der optischen Einrichtung in benachbarte Randbereiche, da hier anfangs eine Konzentration an Atomen und/oder Ionen gering ist. Die Bewegung wird durch den Konzentrationsgradienten bestimmt. Dieses als Diffusion bezeichnete allgemeine Phänomen führt

zu einer relativen Abreicherung oder Verminderung der Ablagerung im Bereich der für die Reflexion benötigten Nutzfläche. Dieser physikalische Ausgleichsprozess, in dessen Verlauf die Atome und/oder Ionen aufgrund ihrer Wärmebewegung von Bereichen mit höherer zu solchen mit niedriger Konzentration wandern, führt auf der Oberfläche, also
5 der Grenzfläche zwischen optischer Einrichtung und Vakuumkammer, zum Abtransport der Verschmutzung aus der Nutzfläche.

Die Nutzfläche der optischen Einrichtung heizt sich naturgemäß aufgrund von Absorptionsphänomenen der auf die Oberfläche auftreffenden Strahlung schnell auf. Insbeson-
10 dere bei Hochleistungsstrahlungsquellen mit einer Ausgangsleistung im Bereich von etwa 100 bis 150 W werden Temperaturen auf der Oberfläche der optischen Einrichtung von mehreren Hundert Grad Celsius erreicht, so dass ein guter Abtransport der Atome und/oder Ionen sichergestellt werden kann.

15 Vorzugsweise ist das Verfahren so gestaltet, dass die Temperatur der Oberfläche im Bereich von etwa 200° C bis etwa 600° C eingestellt wird. Durch gezieltes Einstellen dieses Temperaturintervalls auf der Oberfläche der optischen Einrichtung kann insbesondere die Beweglichkeit der Atome und/oder Ionen optimiert werden. Selbstverständlich ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Temperatur immer unterhalb des
20 Schmelzpunktes der optischen Einrichtung bzw. seiner Oberfläche liegt. Zudem sollte die Temperatur so eingestellt werden, dass eine Diffusion der Atome und/oder Ionen in die Oberfläche der optischen Einrichtung unterbleibt. Dies ist insbesondere bei hochschmelzenden Spiegelmaterialien wie Rhodium, Molybdän oder Ruthenium einerseits und relativ niedrigschmelzenden, die Plasmaenergie effizient in Strahlen umwandelnden Verbindungen, die beispielsweise Zinn oder Lithium enthalten, besonders leicht zu
25 erreichen. Naturgemäß wird die Temperatur jedoch so hoch gewählt, dass eine möglichst hohe thermisch induzierte Relativbewegung der Atome und/oder Ionen auf der Oberfläche der optischen Einrichtung erzielt wird, um eine schnelle Entfernung der Ablagerung aus der Nutzfläche zu gewährleisten.

30 Selbstverständlich können einzelne Komponenten der optischen Einrichtung wegen ihres unterschiedlichen Abstands zur Strahlungsquelle oder auch einer variierenden Nutzfläche zu heiß oder nicht heiß genug während des Betriebs werden. Das Verfahren ist daher so ausgestaltet, dass zumindest die Oberfläche der optischen Einrichtung be-
35 heizt oder gekühlt wird.

Hierdurch kann zudem ein Verdampfen der Atome und/oder Ionen von der Oberfläche gezielt unterbunden werden.

Von besonderem Vorteil für das Verfahren ist, wenn die auf der Oberfläche beweglichen Atome und/oder Ionen an mindestens einem vorbestimmbar anzuordneten Hindernis aufgehalten und gesammelt werden. Durch eine Anordnung des Hindernisses auf der Oberfläche der optischen Einrichtung außerhalb der Nutzfläche wird eine gerichtete Diffusion der Ablagerungen erreicht. Das Hindernis wirkt dabei wie ein Aggregationszentrum. Durch das Aggregationszentrum steigt zwar die Konzentration der Atome und/oder Ionen im Randbereich der optischen Einrichtung an und wirkt dem Konzentrationsgradienten entgegen, diese wird aber beispielsweise durch den Oberflächenspannungseffekt stark überlagert.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens sieht vor, dass das Hindernis eine Erhebung oder Ausnehmung ist. Die Ausführung mit der Erhebung führt, wenn sie insbesondere eine ausreichende Höhe aufweist, als eine Art Barriere zu einer verbesserten Ansammlung der Atome und/oder Ionen. Die Ausnehmungen wirken analog als eine Art von Aggregationszentrum, die eine Bildung von Inseln oder Clustern der auftretenden Materialien außerhalb der Nutzfläche unterstützen und steuern.

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform dieses Verfahrens sieht vor, dass die Erhebung beispielsweise leisten-, zylinder- oder zapfenförmig ausgeführt ist. Selbstverständlich ist jede Form der Erhebung mit zureichenden räumlichen Ausdehnungen hierbei möglich. Da die Erhebungen Abmessungen im Bereich von wenigen Atomradien haben können, sind die besonders vorteilhaften hier genannten Formen als eine grobe Beschreibung zu verstehen. Durch eine leistenförmige Ausgestaltung der Erhebung kann vorteilhafterweise eine sich in Längsrichtung der Oberfläche der optischen Einrichtung erstreckende Barriere zum Ansammeln von relativ großen Mengen an Atomen und/oder Ionen erhalten werden, wodurch beispielsweise die Lebensdauer der optischen Einrichtung verlängert wird. Je nach Material der die Oberfläche der optischen Einrichtung verschmutzenden Substanz kann die Aggregation durch eine geeignete geometrische Form der Erhebung erleichtert werden.

Das Verfahren kann vorteilhafterweise so weitergebildet werden, dass die Erhebung in etwa oder vollständig parallel zu den Strahlen verlaufend auf der Oberfläche angeordnet ist. Hierdurch können insbesondere Abschattungseffekte, die durch eine

Blockierung der auf die Erhebung auftreffenden Strahlen auftreten könnte und zu einer geringeren Reflexivität der optischen Einrichtung bzw. einer geringeren Nutzfläche der optischen Einrichtung führen können, nahezu vollständig vermieden.

- 5 Ein weiterer Vorteil des Verfahrens besteht darin, dass die Erhebung beispielsweise aus Kupfer, Nickel oder einem anderen die Bildung von Ansammlungen fördernden Material gefertigt ist. Durch die in Abhängigkeit von den Ablagerungen ausgewählten Materialien für die Erhebung kann die Ansammlung insbesondere durch eine chemische Affinität zwischen den Ablagerungen und den ausgewählten Materialien die Aggregation
- 10 stark gefördert werden.

- Eine weitere Verbesserung des Verfahrens kann dadurch erreicht werden, wenn die Erhebung beispielsweise durch einen CVD-Prozess auf die Oberfläche der optischen Einrichtung aufgebracht ist. Selbstverständlich kann die Erhebung durch jeden in der Fach-
- 15 welt bekannten Prozess gezielt auf der Oberfläche der optischen Einrichtung aufgebracht werden. Der chemical-vapor-deposition - kurz CVD genannte - Prozess stellt hierbei eine besonders kostengünstige und einfache Methode dar, die Erhebungen vorzugsweise im Randbereich der optischen Einrichtung, also einem Bereich, auf dem z.B. eine möglichst geringe Strahlenintensität auftrifft, zu platzieren.

- 20 Eine weitere Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass die Ausnehmung nutenförmig, rillenartig oder in Form eines Lochs ausgeführt ist. Auch die Ausnehmung kann naturgemäß jede denkbare Form annehmen. Diese sollte jedoch räumlich so groß bemessen sein, dass hier eine genügend große Menge an Ablagerungen angesammelt werden kann, um die Aggregation von weiterem Material zu ermöglichen. Besonders zu
- 25 erwähnen sind hierbei wiederum solche Formen, die sich in einer Längsrichtung der Oberfläche der optischen Einrichtung erstrecken, um insbesondere relativ große Mengen binden zu können. Natürlich können die Oberfläche verschmutzenden Atome und/oder Ionen auch von einem Loch aufgenommen werden.

- 30 Das Verfahren kann derart verbessert werden, dass die Ausnehmung beispielsweise durch einen photochemischen Prozess oder eine Laserbearbeitung hergestellt ist. Durch den photochemischen Prozess lassen sich besonders leicht, beispielsweise durch ein lithographisches in Verbindung mit einem chemischen Verfahren, oder jeden anderen
- 35 hierfür geeigneten Prozess, wie z.B. einem Lasererodieren, die Ausnehmung auf der Oberfläche der optischen Einrichtung erzeugen.

- Das Verfahren kann zusätzlich derart gestaltet werden, dass zwischen den Erhebungen und/oder Ausnehmungen ein Abstand von etwa einigen Mikrometern bis zu etwa einem Millimeter vorhanden ist. Der Abstand der Hindernisse, beispielsweise in Form von
- 5 Erhebungen und/oder Ausnehmungen, sollte dabei so bemessen sein, dass sie eine unter dem in der Vakuumkammer herrschenden Druck und auf der Oberfläche der optischen Einrichtung eingestellten Temperatur zu ermittelnden Diffusionsstrecke entsprechen bzw. vorzugsweise unterschreiten.
- 10 Das Verfahren kann vorteilhafterweise derart gestaltet werden, dass die am Hindernis angesammelten Atome und/oder Ionen beispielsweise durch einen chemischen Prozess von der Oberfläche der optischen Einrichtung entfernt werden. Hierdurch ist eine Art von Recycling sowohl der Hindernisse selbst als auch der an den Hindernissen ange-
- 15 sammelten Materialien möglich. Auf eine aufwendige und damit kostenträchtige Demontage der in der Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung kann dabei verzichtet werden. Hierzu wird beispielsweise ein geeigneter Reaktionspartner in die Vakuumkammer eingebracht, der vorzugsweise durch eine chemische Reaktion mit den Ansammlungen eine Verbindung erzeugt, dessen Siedepunkt unter den in der Vakuum-
- 20 kammer herrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen überschritten wird.
- Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens ist derart ausgeführt, dass die Oberfläche mit einer Beschichtung versehen wird. Diese Beschichtung weist beispielsweise eine sehr geringe Affinität zu den Atomen und/oder Ionen auf. Die Beschichtung kann zudem auch die Oberfläche während des Reinigens durch die vorbe-
- 25 schriebene chemische Reaktion schützen.
- Um das Verfahren weiter zu verbessern, kann es vorgesehen sein, dass die Beschichtung mit einer Schichtdicke von bis zu etwa 0,5 nm ausgeführt wird. Die Schichtdicke wird hierbei so gewählt, dass z.B. die Absorption der Strahlen durch die Beschichtung
- 30 weniger als etwa 5 % beträgt.
- Der Erfindung liegt weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung, die zumindest teilweise aufgrund von durch eine insbesondere extrem-ult-
- 35 raviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen erzeugende Strahlungsquelle eingebrachten Atome und/oder Ionen aus Halbmateriale und/oder Metalle verschmutzbar ist, anzugeben.

- Diese Aufgabe wird bei dieser Vorrichtung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass eine auf der Oberfläche herrschende Temperatur und/oder ein Druck in der Vakuumkammer mittels Steuereinrichtungen einstellbar sind, damit die auf der Oberfläche auftreffenden
- 5 Atome und/oder Ionen darauf bewegbar sind.

Der hierbei über eine Vakuumeinrichtung einstellbare Druck in der Vakuumkammer liegt dabei üblicherweise im Bereich von etwa 0,1 mbar.

- 10 Da die Vorteile der weiteren Ausführungsformen denjenigen des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen, wird auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet.

- Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung von zwei Ausführungsbeispielen sowie aus den Zeichnungen, auf die Bezug
- 15 genommen wird. Es zeigen:

Fig.1 eine schematische Darstellung einer Vakuumkammer mit einer optischen Einrichtung nebst Strahlungsquelle; und

- 20 Fig.2 den schematischen Querschnitt der optischen Einrichtung gemäß Fig.1.

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen stets dieselben konstruktiven Merkmale und beziehen sich, soweit im folgenden nichts anderes gesagt ist, stets auf beide Figuren.

- 25 Wie in Fig.1 gezeigt, wird eine Oberfläche 10 einer optischen Einrichtung 14, die zusammen mit einer insbesondere extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen 16 erzeugende Strahlungsquelle 18, die in einer Vakuumkammer 12 angeordnet ist, während des Betriebs verschmutzt. Diese Verschmutzung entsteht durch ein Auftreffen von Atomen und/oder Ionen 20 zwangs eines beispielsweise für die Erzeugung von
- 30 Strahlen 16 verwandten Arbeitsgases in der Strahlungsquelle 18. Die auf der Oberfläche 10 auftreffenden Atome und/oder Ionen 20 können sich aufgrund der mittels einer Steuereinrichtung 30 regelbaren Temperatur der Oberfläche 10 und/oder den durch eine Steuereinrichtung 32 variierbaren Druck in der Vakuumkammer 12 bewegen. Dabei wird die Temperatur der Oberfläche 10 in einem Intervall von etwa
- 35 200° C bis etwa 600° C gewählt, um insbesondere eine schnelle oberflächliche Diffusion der die Oberfläche 10 verschmutzenden Atome und/oder Ionen 20 zu

erreichen. Durch Anordnen von mindestens einem Hindernis 22 auf der Oberfläche 10 werden die diffundierenden Atome und/oder Ionen 20 aufgehalten bzw. angesammelt. Das Hindernis 22 kann dabei in Form einer Erhebung 24 oder Ausnehmung 26 ausgestaltet werden.

5

Die hier gezeigte Erhebung 24 ist dabei in etwa leistenförmig und in etwa oder vollständig parallel zu den auftreffenden Strahlen 16 ausgerichtet. Diese Erhebung 24 kann beispielsweise durch einen CVD-Prozess auf die Oberfläche 10 aufgebracht werden. Diese Erhebung 24 befindet sich dabei vorzugsweise außerhalb einer für die Reflektion der Strahlen 16 benötigten Nutzfläche.

10

Selbstverständlich kann das Hindernis 22 auch in Form mindestens eines Lochs 26 ausgeführt werden. Diese Löcher 26 können z.B. durch einen photochemischen Prozess gezielt auf der Oberfläche 10 angeordnet werden.

15

Zwischen den Hindernissen 22 kann ein Abstand 28 im Bereich von einigen μm bis zu etwa einem Millimeter vorgesehen und vorzugsweise so ausgewählt werden, dass eine unter den herrschenden Druck- und Temperaturverhältnissen in der Vakuumkammer 12 bzw. der Oberfläche 10 vorbekannte Diffusionsstrecke der Atome und/oder Ionen 20 erreicht oder vorzugsweise unterschritten wird.

20

In Fig.2 ist ein schematischer Querschnitt einer optischen Einrichtung 14 mit einer insbesondere reflektierenden, beheizbaren Oberfläche 10 gezeigt. Mindestens ein die Oberfläche 10 verschmutzendes Atom und/oder Ion 20 kann unter den einstellbaren Temperatur- und/oder Druckverhältnissen oberflächlich diffundieren. Die mit einem Abstand 28 voneinander beabstandete Erhebung 24 und Ausnehmung 26 nehmen die Atome und/oder Ionen 20 auf und entfernen diese von der Oberfläche 10. Hierbei bildet sich mindestens eine Ansammlung 34, die beispielsweise durch geeignete Wahl eines Materials für die Erhebung 24, beispielsweise Kupfer, Nickel eine Bildung von Ansammlungen 34 aufgrund von chemischer Affinität zwischen dem Erhebungsmaterial und den Atomen und/oder Ionen 20 eine Aggregation fördern. Alternativ könnte beispielsweise eine Oberflächenspannung die Bildung von Ansammlungen 34 fördern. Die Ansammlungen 34 in Form von Tröpfchen können schließlich durch beispielsweise einen chemischen Prozess von der Oberfläche 10 der optischen Einrichtung 14 entfernt werden. Hierzu kann ein geeigneter Reaktionspartner, der mit den Ansammlungen 34 unter Bildung eines beispielsweise flüchtigen

25

30

35

Reaktionsproduktes reagiert, über einen die in Fig. 1 gezeigte Vakuumkammer 12 angeschlossenes Pumpensystem, ohne eine zeitaufwendige Demontage der optischen Einrichtung 14 ausgeschleust werden.

- 5 Selbstverständlich kann, eine genügend große Differenz zwischen Schmelzpunkt der optischen Einrichtung 14 und Siedepunkt der Ansammlungen 34 vorausgesetzt, auch ein thermisches Verfahren zum Entfernen der Ansammlungen verwandt werden.

- 10 Die in den Figuren 1 und 2 gezeigte Oberfläche 10 kann zudem noch eine Beschichtung aufweisen. Enthält die Oberfläche 10 beispielsweise Ruthenium, kann durch ein chemisches Verfahren z.B. eine Beschichtung von bis zu etwa 0,5 nm aus Rutheniumdioxid erzeugt werden.

- 15 Erfindungsgemäß werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Reinigen der Oberfläche mindestens einer optischen Einrichtung angegeben, die die Lebensdauer der optischen Einrichtung während des Betriebs einer Strahlungsquelle erhöht, die insbesondere extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen erzeugt.

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	Oberfläche
	12	Vakuumkammer
	14	optische Einrichtung
5	16	Strahlen
	18	Strahlungsquelle
	20	Atom und/oder Ion
	22	Hindernis
	24	Erhebung
10	26	Ausnehmung
	28	Abstand
	30	Steuereinrichtung I
	32	Steuereinrichtung II
15	34	Ansammlung

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche (10) einer in einer Vakuumkammer (12) angeordneten optischen Einrichtung (14), die zumindest teilweise aufgrund von durch eine insbesondere extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen (16) erzeugende Strahlungsquelle (18) eingebrachten Atome und/oder Ionen (20) aus Halbmetail und/oder Metall verschmutzt wird, dadurch gekennzeichnet,
dass eine auf der Oberfläche (10) herrschende Temperatur und/oder ein Druck in der Vakuumkammer (12) derart eingestellt werden, dass die auf der Oberfläche (10) auftreffenden Atome und/oder Ionen (20) sich darauf bewegen können.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur der Oberfläche (10) im Bereich von etwa 200° C bis etwa 600° C eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Oberfläche (10) der optischen Einrichtung (14) beheizt oder gekühlt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die auf der Oberfläche (10) beweglichen Atome und/oder Ionen (20) an mindestens einem vorbestimmbar anzuordneten Hindernis (22) aufgehalten und gesammelt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass das Hindernis (22) eine Erhebung (24) oder Ausnehmung (26) ist.

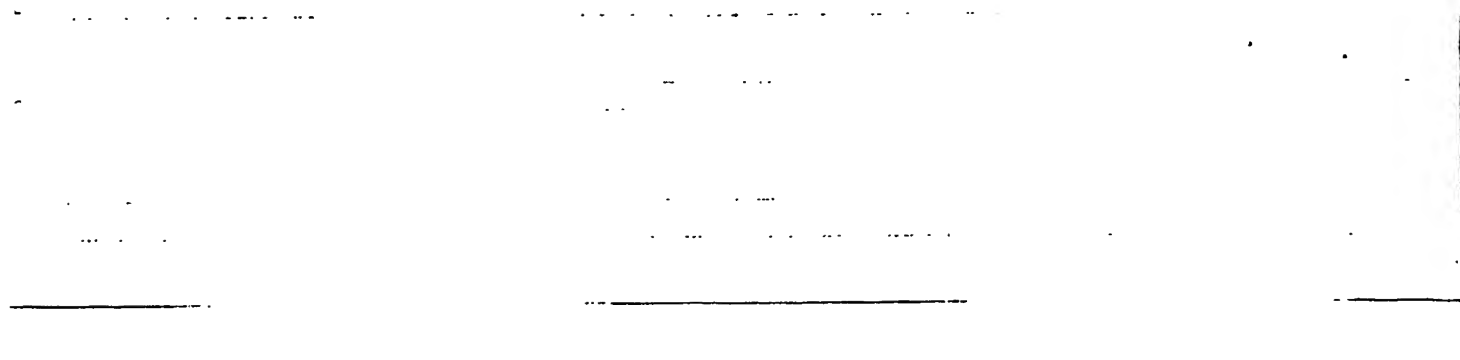
-
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise leisten-, zylinder- oder zapfenförmig
5 ausgeführt ist.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) in etwa oder vollständig parallel zu den Strahlen (16)
10 verlaufend auf der Oberfläche (10) angeordnet ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise aus Kupfer, Nickel oder einem anderen
15 die Bildung von Ansammlungen (34) fördernden Material gefertigt ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise durch einen CVD-Prozess auf die
20 Oberfläche (10) der optischen Einrichtung (14) aufgebracht ist.
10. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausnehmung (26) nutenförmig, rillenartig oder in Form eines Lochs
25 ausgeführt ist.
11. Verfahren nach Anspruch 5 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ausnehmung (26) beispielsweise durch einen photochemischen Prozess
30 oder eine Laserbearbeitung hergestellt ist.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
-

dass zwischen den Erhebungen (24) und/oder Ausnehmungen (26) ein Abstand (28) von etwa einigen Mikrometern bis zu etwa einem Millimeter vorhanden ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die am Hindernis (28) angesammelten Atome und/oder Ionen (20)
beispielsweise durch einen chemischen Prozess von der Oberfläche (10) der
optischen Einrichtung (14) entfernt werden.
- 10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Oberfläche (10) mit einer Beschichtung versehen wird.
- 15 15. Verfahren nach Anspruch 14,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung mit einer Schichtdicke von bis zu etwa 0,5 nm ausgeführt
wird.
- 20 16. Vorrichtung zum Reinigen mindestens einer Oberfläche (10) einer in einer
20 Vakuumkammer (12) angeordneten optischen Einrichtung (14), die zumindest
teilweise aufgrund von durch eine insbesondere extrem-ultraviolette und/oder
weiche Röntgenstrahlen (16) erzeugende Strahlungsquelle (18) eingebrachten
Atome und/oder Ionen (20) aus Halbmetall und/oder Metall verschmutzbar ist,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass eine auf der Oberfläche (10) herrschende Temperatur und/oder ein Druck in
der Vakuumkammer (12) mittels Steuereinrichtungen (30, 32) einstellbar sind,
damit die auf der Oberfläche (10) auftreffenden Atome und/oder Ionen (20)
darauf bewegbar sind.
- 30 17. Vorrichtung nach Anspruch 16;
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur der Oberfläche (10) in einem Bereich von etwa 200° C bis
etwa 600° C einstellbar ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Oberfläche (10) der optischen Einrichtung (14) beheizbar
oder kühlbar ist.
- 5
19. Vorrichtung nach Anspruch 16,
gekennzeichnet durch
mindestens ein auf der Oberfläche (10) vorbestimmt angeordneten Hindernis
(22) zum Aufhalten und Ansammeln der Atome und/oder Ionen (20).
- 10
20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Hindernis (22) als eine Erhebung (24) oder Ausnehmung (26) _____
ausgeführt ist.
- 15
21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise leisten-, zylinder- oder zapfenförmig
ausgeführt ist.
- 20
22. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) in etwa oder vollständig parallel zu den Strahlen (16)
verlaufend auf der Oberfläche (10) angeordnet ist.
- 25
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise aus Kupfer, Nickel oder einem anderen
die Bildung von Ansammlungen (34) fördernden Material gefertigt ist.
- 30
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 20 bis 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Erhebung (24) beispielsweise durch einen CVD-Prozess auf die
Oberfläche (10) der optischen Einrichtung (14) aufgebracht ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
5 dass die Ausnehmung (26) nutenförmig, rillenartig oder in Form eines Lochs ausgeführt ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 25,
dadurch gekennzeichnet,
10 dass die Ausnehmung (26) beispielsweise durch einen photochemischen Prozess oder eine Laserbearbeitung hergestellt wird.
27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 20 bis 26,
dadurch gekennzeichnet,
15 dass zwischen den Erhebungen (24) und/oder Ausnehmungen (26) ein Abstand (28) von etwa einigen Mikrometern bis zu etwa einem Millimeter vorhanden ist.
28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die am Hindernis (22) angesammelten Atome und/oder Ionen (20) beispielsweise durch einen chemischen Prozess von der Oberfläche (10) der optischen Einrichtung (14) entfernbar sind.
29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 28,
dadurch gekennzeichnet,
25 dass die Oberfläche (10) eine Beschichtung aufweist.
30. Vorrichtung nach Anspruch 29,
dadurch gekennzeichnet,
30 dass die Beschichtung bis zu etwa 0,5 nm dick ist.



ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung

- 5 Es wird ein Verfahren zum Reinigen mindestens einer Oberfläche einer in einer Vakuumkammer angeordneten optischen Einrichtung, die zumindest teilweise aufgrund von durch eine insbesondere extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlen erzeugende Strahlungsquelle eingebrachten Atome und/ oder Ionen aus Halbmetail und/oder Metall verschmutzt wird, beschrieben.
- 10 Um eine höhere Lebensdauer der optischen Einrichtung (14) zu erreichen, wird das Verfahren so gestaltet, dass eine auf der Oberfläche (10) herrschende Temperatur und/oder ein Druck in der Vakuumkammer (12) derart eingestellt werden, dass die auf der Oberfläche (10) auftreffenden Atome und/oder Ionen (20) sich darauf bewegen können.

15 Fig.1

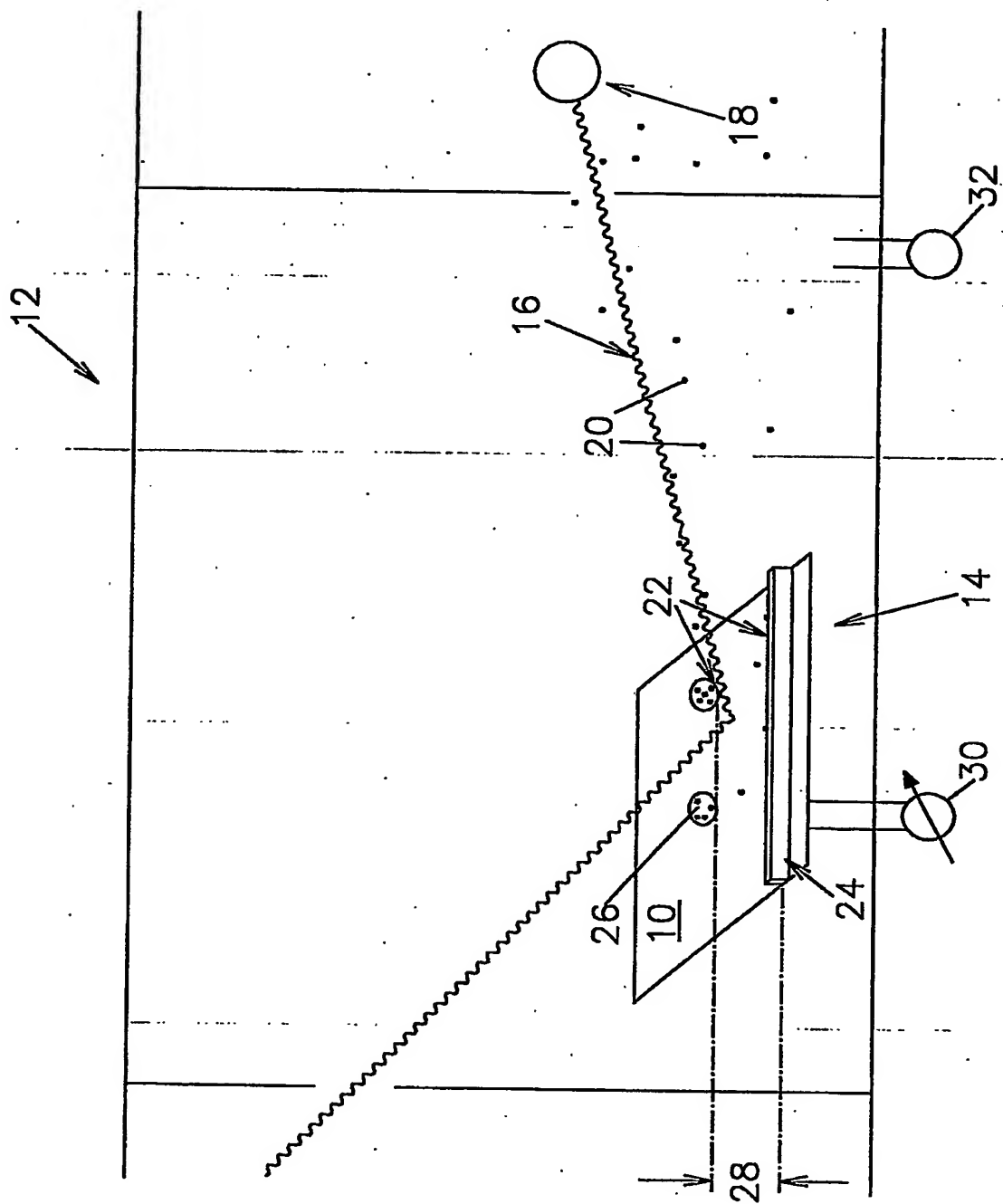
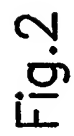


Fig.1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.